



Arzate Pérez, Miguel (2019).

ORCID: [0000-0003-4070-9885](https://orcid.org/0000-0003-4070-9885)

Arzate, Gerardo (2019).

ORCID: [0000-0003-0731-5243](https://orcid.org/0000-0003-0731-5243)

Evaluación ambiental en instituciones de educación superior en México. Caso de estudio: Universidad Autónoma metropolitana, Unidad Cuajimalpa.

p. 199-213

En:

Hábitat sustentable III / Sergio Padilla Galicia y Víctor Fuentes Freixanet, compiladores. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, 2019. (Colección Arquitectura y urbanismo internacional)

Fuente: ISBN 978-607-28-1753-1 (versión electrónica)

Universidad
Autónoma
Metropolitana
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

<https://www.azc.uam.mx/>

CYAD
Ciencias y Artes para el Diseño

<https://www.cyad.online/uam/>

**ÁREA
aui**
Arquitectura Urbanismo Internacional

<http://aui.azc.uam.mx/aui/>

Repositorio Institucional

Zaloamati

"Preservar con amor y cariño el saber"

<http://zaloamati.azc.uam.mx>



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como

Atribución-NoComercial-SinDerivadas

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

D.R. © 2019. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Se autoriza copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando se den los créditos de manera adecuada, no puede hacer uso del material con propósitos comerciales, si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado. Para cualquier otro uso, se requiere autorización expresa de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

Miguel Arzate Pérez y Gerardo Arzate

Evaluación ambiental en instituciones de educación superior en México. Caso de estudio: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa

PALABRAS CLAVE:

educación, sustentabilidad, evaluación, método, diseño, urbanismo, arquitectura

KEYWORDS:

education, sustainability, evaluation, method, design, urbanism, architecture

RESUMEN

El artículo realiza una revisión de las acciones de la ONU propuestas en la Agenda de Desarrollo Sustentable para el 2030 a favor del planeta; se identifican los objetivos y metas relacionadas con las labores de construcción, actividad que está generando efectos negativos ambientales y sociales en las ciudades, entre otros, por el uso ineficiente de recursos, impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida y generación de desechos. Así mismo, se revisan modelos de evaluación internacionales y nacionales que han sido desarrollados en los últimos años para confirmar el rendimiento sustentable (evaluación ambiental) de la arquitectura, enfatizando en el área de los materiales (ya que son los que provocan mayor contaminación).

Debido a la importancia que tienen actualmente los modelos de evaluación en las ciudades para verificar su impacto ambiental, este artículo presenta una evaluación aplicada a una Institución de Educación Superior (Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa), con el objetivo de generar un certificado ambiental, utilizando una metodología desarrollada en México (ARTEBES).

ABSTRACT

This article begins with a review of the actions of the UN through the Sustainable Development Agenda for 2030 in favor of the planet, identifying the objectives and goals related to construction activity, which is generating negative environmental and social effects in cities, including inefficient use of resources, environmental impacts throughout their life cycle and waste generation. We also review international and national assessment models that have been developed in recent years to confirm the sustainable performance (environmental assessment) in architecture, emphasizing the area of materials (since they are the ones that cause the greatest pollution). Due to the importance that these models currently have in cities to verify their environmental impact, this paper presents an evaluation applied to a Higher Education Institution (Metropolitan Autonomous University, Cuajimalpa), with the objective of generating an environmental certificate, using a methodology developed in Mexico (ARTEBES).

Universidad Autónoma
Metropolitana-Azcapotzalco
mape@correo.azc.uam.mx

Introducción

La producción de algunos materiales utilizados en la actividad de la construcción contribuyen a generar un problema ambiental debido al uso ineficiente de recursos y poca colaboración en la mitigación del cambio climático. Aunado a ello “el crecimiento del sector de la construcción ha jugado un papel preponderante como motor dinamizador de la economía nacional, sin embargo, ha producido también diversos efectos negativos de índole ambiental, social y en la competitividad misma de las ciudades” (SE, 2013: 1)

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible “Transformar nuestro mundo” de la ONU, acordada por consenso de todos los países integrantes, el 2 de agosto de 2015, es un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad. Será desarrollada por todos los países mediante una alianza de colaboración. De este modo, la ONU (2016) ayudará a reconducir el mundo por el camino de la sostenibilidad y la resiliencia aplicando 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas (Figura 1).

Son de interés para esta investigación, los objetivos 11 y 12, pues están más relacionados con la actividad de la construcción, ya que se refieren a lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes, sostenibles, que garanticen modalidades de consumo y producción sostenibles.

Destacan de las principales metas del Desarrollo Sostenible para 2020: aumentar el número de ciudades y asentamientos humanos que adopten y pongan en marcha políticas y planes integrados para promover la inclusión; el uso eficiente de los recursos; la mitigación y adaptación ante el cambio climático; la resiliencia ante los desastres; desarrollar y poner en práctica la gestión integral de los riesgos que representan los desastres a todos los niveles.

En las metas para el 2030: reducir el impacto ambiental negativo *per cápita* de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo; aplicar el Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, y disminuir de manera sustancial la generación de desechos mediante



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 (Naciones Unidas, Objetivos de Desarrollo Sostenible, 2015).

políticas de prevención, reducción, reciclaje y reutilización. Lo anterior es muy pertinente, pues:

La mitad de la humanidad, 3,500 millones de personas, viven hoy día en las ciudades. Las ciudades ocupan apenas el 3% del planeta, pero representan entre el 60 y 80% del consumo de energía y el 75% de las emisiones de carbono. Los hogares consumen el 29% de la energía mundial y, en consecuencia, contribuyen al 21% de las emisiones de CO₂ resultantes. Si la población mundial llega a los 9,600 millones para 2050, harían falta casi 3 planetas para proporcionar los recursos naturales necesarios para mantener los modos de vida actuales (ONU, 2016).

Por estas razones, en los últimos años se han desarrollado modelos para evaluar el impacto ambiental de las edificaciones (vivienda, industria, comercio, escuela, etc.), en diferentes ciudades del mundo. Los modelos están configurados para determinar criterios e indicadores de sustentabilidad y otorgar puntos basados en el cumplimiento de cada uno de ellos; se podría decir que es como una declaración de impacto ambiental, mientras más puntos obtengan, el certificado otorgado tendrá mayor valor.

En estos modelos se ingresa la información necesaria para revisar los principales efectos ambientales positivos o negativos que pueda provocar un proyecto arquitectónico sobre la vegetación, el suelo, el agua, el aire, el clima y los recursos naturales. Con esto se logra identificar los efectos adversos pudiendo tomar

medidas para evitarlos, reducirlos o compensarlos. La estructura básica de los modelos de evaluación está conformada por:

- Grupos como viviendas o escuelas.
- Áreas generales como energía, agua, entorno, materiales, transporte, biodiversidad, desechos, contaminación, etc.
- Criterios como equipos eficientes, transporte eficiente, reutilización y desperdicio, etc.
- Indicadores como consumo de electricidad, emisiones de CO₂ liberadas al ambiente, consumo de agua, tóxicos emitidos, etc.
- Validación por medio de herramientas que nos ayuden a comprobar la disminución del impacto ambiental, tales como cálculos manuales, cálculos informáticos, maquetas a escala, simulación por ordenador o planos ejecutivos.¹

En este sentido, los modelos de evaluación permitirán que el sector de la construcción participe en el cumplimiento de los ODS, ya que coadyuvan a la edificación de ciudades más sustentables. A continuación, se analizan algunos modelos de evaluaciones nacionales e internacionales, subrayando el área de los materiales.

Mirada internacional

La evaluación ambiental de la construcción en el ámbito internacional, la realizan en la actualidad empresas y organizaciones interesadas en diseñar ciudades más sustentables como el caso de *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), *Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology* (BREEAM) y *Green Building Initiative* (GBI).

LEED es un sistema de evaluación y certificación de edificios sustentables, desarrollado por el *United States Green Building Council* (USGBC) (2016). Funciona para las construcciones en cualquier fase del desarrollo y su metodología consiste en ganar puntos a través de varias áreas que solicitan principios de sustentabilidad. Con base en el número de puntos conseguidos, un proyecto recibe, entonces, uno de cuatro niveles de clasificación LEED: certificado, plata, oro y platino. Su objetivo principal es certificar edificios que sean eficientes en la utilización de recursos naturales como agua y energía,

y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En el ámbito específico de los materiales, LEED estipula que su elección:

[...] es importante para la construcción de viviendas sustentables debido a la extracción, procesamiento y transporte que necesitan. Las actividades para la producción de materiales de construcción pueden contaminar el aire y el agua, destruir hábitats naturales, y agotar los recursos naturales. La construcción y demolición constituyen alrededor del 40% del total de flujos de residuos sólidos en los Estados Unidos de América (LEED, 2013: 316).

En el caso de la vivienda, LEED incorpora el área de materiales y recursos estableciendo diversos criterios de sustentabilidad entre los que figuran los siguientes: certificado de madera tropical, gestión de la durabilidad y su verificación, selección de materiales y métodos de construcción, utilización de productos preferentemente ambientales, gestión de residuos en la construcción, y uso de materiales estructurales eficientes (LEED, 2013).

Estos criterios de sustentabilidad permiten fomentar la gestión forestal ambientalmente responsable; promover la durabilidad y el rendimiento de los edificios y de sus componentes y sistemas a través de un diseño adecuado; incrementar la demanda de componentes de construcción que fomenten el reciclado y mitiguen los impactos en el ciclo de vida, y conservar recursos reduciendo el uso innecesario de materiales estructurales.

Por su parte, BREEAM, tiene un método de evaluación ambiental para proyectos ejecutivos y para infraestructura sin importar su etapa de desarrollo, fue elaborado en el Reino Unido por el *Building Research Establishment* (BRE) (2016).

BREEAM mide un valor sustentable en una serie de áreas, que van desde la energía hasta la ecología. Cada una de estas áreas se ocupa de los criterios e indicadores más influyentes, incluyendo el diseño de bajo impacto y la reducción de las emisiones de carbono, la durabilidad y la resistencia, la adaptación al cambio climático, el valor ecológico y la protección de la biodiversidad. Se deben ganar puntos para el logro de los objetivos y la suma final determina su clasificación: aprobado, bueno, muy bueno, excelente y excepcional.

1. Para el área de materiales, por ejemplo, un criterio de impacto incorporado al indicador de consumo energético en sus etapas consecutivas e interrelacionadas desde la adquisición de materias primas o la generación de recursos naturales hasta su disposición final en su producción, podría ser evidenciado por la herramienta que certifique, mediante un análisis de ciclo de vida, verificando en que momento el producto disminuye el impacto ambiental pudiendo otorgar una etiqueta ambiental (PRé, 2016).

En las nuevas construcciones BREEAM tiene el área de materiales y propone los siguientes criterios: materiales peligrosos para verificar si se han eliminado, controlado e identificado; materiales que ponen en riesgo la salud y el ambiente; uso de materiales con bajo impacto ambiental para verificar el comportamiento medioambiental relacionado con los materiales a través de la *green guide*; reutilización de edificios existentes (fachadas o la misma estructura principal del edificio), y gestión de la disposición y desecho de los materiales empleados en la construcción (The European Commission, 2007),

Otro ejemplo relevante es GBI (2016) que en 2005 se convirtió en la primera organización acreditada para formular normas en materia de edificación sustentable por el *American National Standards Institute* (ANSI).

El Comité Técnico de la GBI se formó a principios de 2006 y la norma ANSI oficial *Green Globes* (GG) se publicó en 2010. Operado por la GBI en Estados Unidos el sistema GG es utilizado por grandes promotores inmobiliarios y empresas de administración de propiedades. Para aumentar la adopción de mejores prácticas de construcción sustentable GBI ofrece herramientas de evaluación ambiental y sistemas de clasificación prácticos e integrales.

Para nuevas construcciones GBI y GG evalúan el proyecto en siete áreas. Cada una de estas áreas tiene criterios e indicadores específicos que cuantifican el rendimiento general del edificio otorgando un total de 1,000 puntos. Los principales criterios en el área de materiales y recursos son: montaje del edificio, reutilización de materiales, gestión de los residuos, ciclo de vida del edificio, conservación de recursos y diseño de la envolvente del edificio (GBI, 2016).

Estos modelos de evaluación son un buen ejemplo a seguir, pero es difícil aplicarlos directamente en México por su alto costo de capacitación y pago de servicios, y por sus leyes, normas y certificados extranjeros ya que no son aplicables en nuestra sociedad. A pesar de esto, en México existen actualmente 115 edificios certificados bajo el sello LEED que expide el USGBC (Obras, 2014).

Mirada nacional

En México también existe la evaluación ambiental. Existe la norma voluntaria NMX-AA-164-SCFI-2013

(SE, 2013): “Edificación sustentable-criterios y requerimientos ambientales mínimos” que aplica para todas las edificaciones que se ubiquen en el territorio nacional, y tiene como objetivo principal el especificar los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable para contribuir en la mitigación de impactos ambientales y en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, sin descuidar los aspectos socioeconómicos que aseguren su viabilidad, habitabilidad e integración al entorno urbano y natural.

Esta norma es producto del esfuerzo conjunto de los sectores interesados para inducir la transición hacia prácticas de edificación sustentables que contribuyan a la protección del ambiente, la salud y el confort de los ocupantes y la productividad de las personas.

En los requisitos particulares, esta norma establece una serie de áreas, una de ellas se enfoca en los materiales y recursos y, a su vez, está dividida en criterios que buscan disminuir los factores de presión sobre la calidad ambiental local y global, entre éstos figuran los siguientes: la selección de los materiales debe considerar los impactos ambientales, sociales y económicos a lo largo de todo el ciclo de vida de la edificación; los productos forestales deben acreditar su legal procedencia; se deben entregar etiquetas ambientales del material que indiquen la materia prima contenida, el tipo y cantidad de energía utilizada, el tipo de transporte y distancia recorrida, la vida útil del material, y el mantenimiento y disposición final del material; se debe promover la utilización de materiales reciclables, reutilizables o reciclados; es preferible seleccionar el diseño modular; se deben utilizar materiales que no contengan agentes tóxicos y garantizar una adecuada gestión de residuos durante la obra y en el uso del edificio.

Así mismo, a nivel federal, México cuenta con un *Código de Edificación de Vivienda* (CEV) propuesto por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI, 2010), que estipula en la certificación de materiales:

Se debe procurar el uso de productos y sistemas de construcción que se encuentren regulados bajo normas y sean amigables con el medio ambiente considerando su ciclo de vida desde la extracción de materias primas hasta el fin de la vida del producto, que cuenten con el método de ciclo de vida del producto cumpliendo las normas ISO-14040 al 49, materiales

con bajo impacto ambiental en su fabricación y que cuenten con la certificación de etiqueta ambiental de acuerdo al ISO-14020 al 24 (CONAVI, 2010: 303).

También es importante mencionar que a nivel federal existe un modelo de evaluación ambiental propuesto en 2008 por la CONAVI que estipula criterios e indicadores para los desarrollos habitacionales sustentables, a los cuales define como: “[...] aquellos que respetan el clima, el lugar, la región y la cultura, incluyendo una vivienda efectiva, eficiente y construida con sistemas constructivos y tecnologías óptimas [...] y que facilitan el acceso de la población a la infraestructura, el equipamiento, los servicios básicos y los espacios públicos de tal manera que sus ocupantes sean enriquecidos por el entorno” (CONAVI, 2008: 8).

En este sentido, los desarrollos habitacionales sustentables deben cumplir con áreas, criterios e indicadores que serán evaluados considerando valores previamente establecidos otorgando una puntuación en cada criterio específico. En este modelo encontramos cuatro áreas importantes: 1) ubicación, densificación del suelo, verticalidad y servicios, 2) uso eficiente de la energía, 3) uso eficiente del agua y 4) manejo adecuado de residuos sólido. Cada una de áreas cuentan con sus indicadores, pero es importante destacar que el modelo propuesto por la CONAVI no ha desarrollado los indicadores relativos a la solución estructural, materiales empleados y factores socioculturales.

Por su parte, a nivel estatal, existe el Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES) que impulsa la creación y regulación de sistemas de certificación y acreditación ambiental para edificaciones, que tengan por objeto determinar la conformidad sobre el cumplimiento de la normatividad ambiental, así como los esfuerzos adicionales de las personas a favor del medio ambiente (SEDEMA, 2008). El objetivo principal de PCES es:

Promover y fomentar la reducción de emisiones contaminantes y el uso eficiente de los recursos naturales en el diseño y operación de edificaciones en el Distrito Federal, con base en criterios de sustentabilidad y eficiencia ambiental; a través de la implementación y certificación de un proceso de regulación voluntaria y el otorgamiento de incentivos económicos (SEDEMA, 2008: 9).

La evaluación cuenta con cinco áreas, una de ellas son los impactos ambientales y otros impactos en donde describen los siguientes criterios: utilización de materiales locales; distancia reducida de proveedores; uso de productos biodegradables; uso de materiales ambientalmente amigables para acabados; uso de materiales reciclados para la construcción, y reutilización de estructuras existentes.

Así mismo, también podemos hablar de un esfuerzo a nivel académico en el ámbito de desarrollo e investigación con el modelo de evaluación ambiental llamado: *Arquitectura, tecnología, bioclimática y espacio sustentable* (ARTEBES), desarrollado por Miguel Arzate (2017). Se trata de una metodología para evaluar la arquitectura que permite obtener un resultado claro del nivel de sustentabilidad que tiene un proyecto determinado, fomentando en el usuario la toma de decisiones o la planeación a corto, mediano o largo plazo en la edificación. Además de las características mencionadas, también ARTEBES promueve:

- Localizar áreas para ser reforzadas y alcanzar un mayor porcentaje de sustentabilidad en el diseño.
- Calcular la cantidad de energía que se ahorra o genera con tecnologías o sistemas que utilizan recursos renovables en la arquitectura.
- Mostrar los ahorros energéticos del proyecto con el fin de conocer que ventajas se obtienen y poder elaborar una buena planeación arquitectónica (Arzate, 2013).

Algunas ventajas y diferencias importantes de ARTEBES: 1) Fue diseñado para ser aplicado en México; 2) El modelo se utiliza a través de un *software* que está disponible en línea las 24 horas del día; 3) Los resultados pueden ser cualitativos o cuantitativos dependiendo de la información que proporcione el usuario; 4) No hay que pagar para acceder al *software*, y 5) Es de fácil comprensión.

Desafortunadamente los modelos de evaluación nacionales son muy poco utilizados, en México actualmente existen sólo 12 proyectos en el Distrito Federal (DF) bajo el Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES) (Obras, 2014).

Metodología

Por las razones expuestas anteriormente se eligió utilizar ARTEBES (2017), ya que es un modelo de evaluación

nacional desarrollado por un académico mexicano y pensado para ser aplicado en México mediante un *software* en línea. Con esta evaluación se busca:

- Evidenciar como se presenta la sustentabilidad y localizar fortalezas y debilidades para rediseñar, remodelar o intervenir los espacios que así lo requieran.
- Enfatizar la cantidad de energía que se ahorra o transforma con tecnologías o sistemas que utilizan recursos renovables.

A continuación se explica la metodología que utiliza ARTEBES para realizar la evaluación ambiental de una edificación a través del *software*. ARTEBES clasifica cuatro áreas generales presentes en la arquitectura que pueden incluir la sustentabilidad, estas áreas son: tecnología, ecología, espacial y bioclimática. Asimismo, define los criterios más representativos para cada área, todos ellos regidos por normas, leyes o empresas que buscan la sustentabilidad en la arquitectura.

Tecnología criterios:

- Celdas de combustible
- Aerogeneradores
- Celda fotovoltaica
- Colector solar
- Focos ahorradores
- Regaderas
- Inodoros
- Calentadores de agua
- Lavadoras
- Acondicionadores de aire
- Refrigerador

Ecología criterios:

- Áreas de conservación
- Uso de suelo
- Áreas verdes
- Lámparas exteriores
- Recolección de agua

Espacial criterios:

- Materiales estructurales
- Mobiliario
- Acabados
- Luz natural (prismas)
- Luz natural (pipas de luz)

Bioclimática criterios:

- Norma ENER 008
- Norma ENER 020
- Norma de Naturación
- Sistemas bioclimáticos
- Captación de agua pluvial

ARTEBES utiliza algunos indicadores de desarrollo sustentable en México para asignarlos a cada uno de los criterios, algunos tendrán más que otros dependiendo de la importancia y, sobre todo, su existencia (si 1, no 0), con esto se obtiene un valor numérico variable en cada criterio, el cual podrá ser utilizado al final para realizar distintas comparativas cualitativas en la evaluación. Los posibles indicadores que se pueden asignar a los criterios son los siguientes:

Valores medioambientales:

- Fomenta o propicia la disminución de dióxido de carbono emitido a la atmósfera.
- Se puede reciclar o reutilizar al final de su ciclo de vida.
- Puede ahorrar o recuperar agua para reintroducirla en el ciclo de uso de las actividades humanas.

Valores sociales:

- Fomenta la infraestructura de la ciudad por habitante.
- Genera un aumento en la plusvalía de la vivienda.

Valores económicos:

- Fomenta el ahorro de energía por habitante.
- Fomenta la conservación de las reservas probadas de fuentes de energía fósiles.
- Fomenta el aumento del consumo de recursos energéticos renovables.
- Propicia la disminución del costo económico en protección ambiental en relación con el Producto Interno Bruto (PIB) del país.

Valores institucionales:

- Utiliza Normas y Leyes Nacionales que fomentan la eficiencia y ahorro energético de los recursos naturales.

En resumen, ARTEBES suma los puntos obtenidos vaciándolos en una tabla de resultados finales. El resultado se expresa por medio de la adición de puntos (entendiendo que mientras existan menos puntos es menos sustentable y mientras existan más puntos es más sustentable), los cuales se identifican en cuatro rangos. Estos rangos se dividen en 4/4, lo que significa que la puntuación que se obtiene en la evaluación debe ser dividida entre el total de puntos máximos que se pueden obtener (100% sustentable). Cada rango tiene un límite, cada vez que se rebase ese límite el resultado cambia de rango.

muy sustentable:	121-162
medio sustentable:	81-120
poco sustentable:	41-80
nada sustentable:	0-40

Finalmente, el *software* puede registrar en cada criterio una cantidad numérica de ahorro de electricidad, agua o gas (si es que existen estas acciones por parte de los usuarios del edificio), con esta información, el *software* calcula estos ahorros energéticos y los expresa numéricamente en una prospectiva de 1, 5, 15 y 30 años, así como sus equivalencias de ahorro correspondientes (económico, emisiones de CO₂ y consumo de petróleo) obteniendo resultados cuantitativos en la evaluación.

Caso de estudio

Se propuso como caso de estudio alguna de las Instituciones de Educación Superior (IES) (SEP, 2017) en México, por lo que se eligió a la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa (UAM-C) (específicamente el edificio nombrado como Torre III), construida bajo el concepto de desarrollo sustentable, buscando mejorar a la sociedad sin deteriorar al medio ambiente, ya que como institución de educación superior tiene una responsabilidad social a través de la creación y difusión del conocimiento, esto lo refleja a través de su Programa Interdisciplinario

de Desarrollo Sustentable (UAM CUAJIMALPA, 2017), con el propósito de promover la incorporación del desarrollo sustentable en todas las actividades académicas y de gestión que se realicen en la Unidad, mediante diversos objetivos de los cuales, dos están fuertemente relacionados con la evaluación ambiental de sus instalaciones:

III Alcanzar la mayor reducción posible del impacto ambiental generado por las actividades de la comunidad universitaria (definido éste como cualquier cambio adverso en el medio ambiente, resultante en forma total o parcial de los aspectos ambientales de la institución). Para ello deberá difundirse el conocimiento de las normas y políticas en materia ambiental, involucrando a toda la comunidad en el proceso de disminución de la huella ecológica de la Unidad para lograr su eventual certificación (UAM-C, 2017: 4).

VII Convertir las instalaciones de la Unidad en un ejemplo de sustentabilidad ambiental (UAM-C, 2017: 5).

Además, en su estructura organizativa menciona que como campus responsable deberá:

30. Realizar, como una acción prioritaria de corto plazo, un diagnóstico técnico ambiental de las instalaciones de la Unidad y del quehacer institucional, que considere todos los aspectos que tienen un impacto en el medio ambiente. Para la realización del diagnóstico, el Comité del Programa establecerá un grupo de expertos internos y externos. Los resultados del diagnóstico, así como las recomendaciones que, en su caso se formulen, serán dados a conocer al Consejo Académico de la Unidad a través del Rector (UAM-C, 2017: 10).

Caracterización del caso de estudio

Se determinó la información para evaluar la Torre III de la UAM-C con ARTEBES:

Tecnología:

Celda fotovoltaica: son luminarias ubicadas en exteriores (bahía de acceso, ágora y jardín superior oriente).

Colector solar: da servicio a cuatro regaderas de personal de mantenimiento mediante dos calentadores con capacidad de 50 litros hora/día y 5 termotanques solares de 200 litros hora/día para servicio de cocina.

Focos ahorradores: éstos se ubican únicamente en ductos de instalaciones y servicios.

Inodoros: los mingitorios e inodoros en el interior del edificio se alimentan con agua tratada por planta de tratamiento, por lo que no se utiliza agua potable en ninguno de ellos y en el caso de los baños vestidores del área deportiva, éste servicio se realiza a través de mingitorios ecológicos, por lo que tampoco se consume agua potable.

Ecología:

Áreas de conservación ecológica en torno a los asentamientos humanos: el proyecto cuenta con la aprobación del Estudio de Impacto Urbano, aprobado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del GDF, así como la Manifestación de Impacto Ambiental, cumpliendo con la normatividad vigente en su momento (2011), así como con las Normas Técnicas Ambientales aplicables. Únicamente se contaba con vegetación secundaria ya que el predio contó con el uso anterior de mina a cielo abierto y el proyecto ejecutivo incorporó un proyecto de arquitectura de paisaje para las áreas exteriores y naturación de azotea aprobado por la Secretaría de Medio Ambiente del GDF.

Uso de suelo: se cuenta con el Certificado Único de Zonificación de Uso de Suelo emitido por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del GDF, mismo que fue soporte para la obtención de la Manifestación de Construcción del edificio por parte de la Delegación Cuajimalpa.

Áreas verdes: el área libre requerida en el uso del suelo es del 40% de la superficie del predio y el área verde y permeable considerada en el Plan Maestro para el desarrollo del conjunto es del 30%, porcentaje que a la fecha, por contar con una sola etapa de construcción, es mayor. Los estacionamientos están proyectados y a la fecha construidos en los tres primeros niveles de construcción del edificio y cuando se concluya las edificaciones del Plan Maestro no deberá haber vehículo fuera del interior de los edificios.

Recolección de agua en terrazas y banquetas: se trata el 100% y se reutiliza en lavado de estacionamientos, mingitorios WCs y riego de jardines.

Bioclimática:

Naturación: 20% de la azotea verde ocupa la cubierta del edificio.

Captación de agua: como sistema alternativo de aprovechamiento pluvial se considera el gasto pico tomado en un tiempo de duración de lluvia igual al tiempo de concentración, siendo éste de 60 minutos, por lo que se diseñó un tanque tormenta con un volumen de captación de 470 m³, este volumen capta durante ese tiempo el equivalente a una área del 47% del predio y se complementa con una cisterna pluvial que a su vez canaliza las lluvias a la planta de tratamiento de aguas residuales para su reutilización, tanto la cisterna como el tanque tormenta fueron diseñadas y aprobadas por la normatividad vigente y la Dirección de Sistema de Aguas del GDF.

Generales: cumplimiento de reglamentos, normas y leyes:

- NOM-002-STPS-2000-protección contra incendio.
- NOM-003-SEMARNAT-1997-tratamiento de aguas residuales para reúso.
- NOM-127-SSA1-1994-potabilidad ion para aguas de uso y consumo humano.
- NOM-015-CONAGUA-2007-infiltración de agua pluvial al subsuelo.
- NFPA Capítulo 14-sistemas contra incendio con base en hidrantes.

Reglamento de construcciones y normas técnicas complementarias del DF.

- NOM-001-SEDE-2005.
- LEY DE DESARROLLO URBANO DEL GDF.
- PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO DE SANTA FE (art. 63,64,74,80).
- NADF-013-RNAT-2007 en materia ambiental.
- NADF-006-RNAT-2004.
- Ley de Protección Civil (art. 47),

Análisis del caso de estudio

Se ejecutó el *software* de ARTEBES con la información de la Torre III completa (Figuras 2-8):



Figura 2. Carátula de ingreso al software.



Figura 3. Alta del proyecto con el software.



Figura 4. Criterios ingresados al software en el área de tecnología.



Figura 5. Criterios ingresados al software en el área de ecología.



Figura 6. Criterios ingresados al *software* en el área de bioclimática.



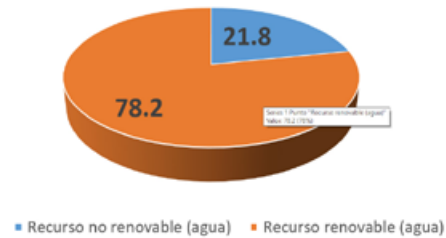
Figura 7. Información cualitativa obtenida en el software.



Figura 8. Información cuantitativa de 1 y 5 años obtenida en el software.



Figura 9. Certificado otorgado por ARTEBES.



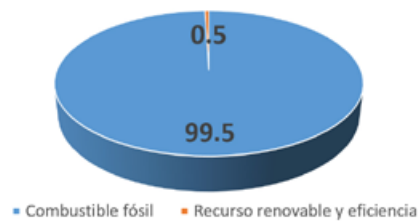
Gráfica 1. Consumo de agua en un año (%).

Recurso no renovable (agua):
1,959,880 L/año

Recurso renovable (agua):
7,040,120 L/año

agua (L.)

AHORRO DE LITROS DE AGUA AL DÍA: 19288
 AHORRO POR AÑO: 7040120
 PRONÓSTICO A 5 AÑOS: 35200600
 PRONÓSTICO A 15 AÑOS: 105601800
 PRONÓSTICO A 30 AÑOS: 211203600



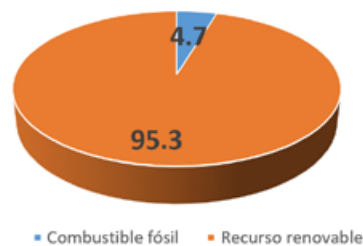
Gráfica 2. Consumo de electricidad en un año (%).

Combustible fósil:
1,493,248 KW/año

Recurso renovable y eficiencia:
7,965 KW/año

energía (EN KWATT / DÍA)

AHORRO DE KWATTS/D: 21.82
 AHORRO POR AÑO: 7964.3
 PRONÓSTICO A 5 AÑOS: 39821.5
 PRONÓSTICO A 15 AÑOS: 119464.5
 PRONÓSTICO A 30 AÑOS: 238929



Gráfica 3. Consumo de gas en un año (%).

Combustible fósil:
13,706 L/año

Recurso renovable:
273,750 L/año

gas (LT. GAS LP / DÍA)

AHORRO DE GAS LP / D: 750
 AHORRO POR AÑO: 273750
 PRONÓSTICO A 5 AÑOS: 1368750
 PRONÓSTICO A 15 AÑOS: 4106250
 PRONÓSTICO A 30 AÑOS: 8212500

Resultados finales

Debilidades y fortalezas

De acuerdo con el modelo de evaluación la Torre III de la UAM-C, cuenta con:

- Lámparas exteriores con celdas fotovoltaicas.
- Colectores solares para calentar agua con energía solar.
- Focos eficientes para ahorrar energía eléctrica.
- Inodoros y mingitorios eficientes en el uso de agua.
- Naturación en la techumbre del edificio.
- Captación de agua de lluvia en el edificio.
- Aceptación del proyecto por el programa de ordenamiento ecológico.
- Certificado único de zonificación de uso de suelo.
- Porcentaje de áreas verdes adecuado.
- Planta tratadora de aguas residuales para su reúso en el edificio.

De acuerdo con el modelo de evaluación la Torre III de la UAM-C no cuenta con:

- Ningún tipo de celda de combustible para generar electricidad.
- Ningún tipo de aerogenerador para generar electricidad.
- Ningún tipo de celda fotovoltaica en la techumbre del edificio.
- Ningún tipo de regadera de baño ahorradora de agua.
- Ningún tipo de sistema de aire acondicionado que eficiente la energía utilizada.
- Ninguna norma que certifique el confort natural del edificio.
- Ningún sistema bioclimático utilizado para el confort natural del edificio.
- Ningún material estructural con bajo impacto ambiental en su ciclo de vida.
- Ningún mobiliario con bajo impacto ambiental en su ciclo de vida.
- Ningún acabado con bajo impacto ambiental en su ciclo de vida.
- Ningún sistema de iluminación natural instaurado en el edificio.

El resultado cualitativo de la evaluación que arrojó

ARTEBES a la Torre III de la Unidad Cuajimalpa fue de 60 puntos ganados de 162 posibles (Figura 7) alcanzando un porcentaje de eficiencia de 37 sobre 100 y obteniendo un certificado de POCO SUSTENTABLE (Figura 9). Los resultados cuantitativos del consumo de electricidad anual proveniente de energías renovables fueron de un 0.5% (Gráfica 2), así como el consumo de gas anual proveniente de recursos renovables fue de un 95.3% (Gráfica 3). Además, presenta un ahorro importante en el consumo anual de agua de 7040.712 m³ (Gráfica 1). Esto representa una disminución total anual de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) al ambiente de 854.403 toneladas. El ahorro económico anual estimado por las acciones realizadas en el edificio según el modelo fue de \$ 5,200,000.00.

La principal fortaleza es la instalación de la planta tratadora de aguas residuales, la cual aprovecha el agua de lluvia y aguas negras para reutilizarla en mingitorios, wc, lavado de estacionamientos y riego de jardines. También la instalación de colectores solares para calentar el agua de regaderas y servicios de cocina genera un ahorro en utilización de gas (combustible fósil) de un 95.3%. Sus principales debilidades se presentan en el área de tecnología, ya que todo su consumo de electricidad proviene de recursos no renovables (Comisión Federal de Electricidad); y en el área de bioclimática, ya que no cuentan con certificación, norma o sistema que respalde una temperatura adecuada en el transcurso del año en el interior del edificio, y en el área espacial, tampoco tiene ningún análisis previo de ciclo de vida de los materiales para su construcción. Estas debilidades deberán tomarse en cuenta para rediseñar, remodelar o intervenir los espacios que así lo requieran.

Se recomienda considerar la instalación de tecnología que realice mediciones constantes del consumo de energía, tanto de combustibles fósiles como de energías renovables para realizar evaluaciones mensuales o anuales del rendimiento energético del edificio y obtener datos precisos para futuras evaluaciones. Es relevante mencionar que en esta evaluación no se tomaron en cuenta las áreas de transporte, ni ruido, debido a la estructura de metodología empleada, por lo que se recomienda en futuras evaluaciones integrarlas.

Conclusiones

Los modelos de evaluación ambiental internacional son promovidos en México por los actores más importantes en la toma de decisiones, es decir, el gobierno federal y estatal, las organizaciones no gubernamentales (ONGs) y algunas universidades. Esta política inhibe las posibilidades de investigar y elaborar modelos nacionales que:

- Desarrollen nuevos modelos de evaluación ambiental por investigadores o profesionistas mexicanos dedicados al tema, debido a intereses políticos o personales de sectores específicos de la sociedad.
- El desarrollo de nuevas normas, certificados o etiquetas que apliquen para empresas, servicios o productos en donde se proporcione a los consumidores información sobre sus impactos (sobre todo en los materiales de construcción).
- La coordinación entre diversos actores en México (gobierno, academia, empresas y el sector social) para proponer una metodología de evaluación ambiental para edificios, que tome en cuenta las necesidades endógenas del país.
- La renovación de los planes de estudio de las distintas carreras que estén relacionadas o vinculadas con la planeación y el diseño de ciudades y edificios; para integrar métodos de evaluación ambiental en las universidades del país.
- El interés de la población y empresas de la industria de la construcción por conocer el beneficio que otorga aplicar un método de evaluación ambiental desarrollado en México.
- La identidad como sociedad mexicana, fomentando la admiración de modelos ambientales propuestos y desarrollados por otros países, que la mayoría de las ocasiones no se pueden adaptar a México completamente, por cuestiones culturales, ambientales, económicas o legales.

México tiene una gran tarea por resolver en el tema del impacto ambiental de la actividad de la construcción, este sector genera una gran actividad económica para el país, pero también implica un gran impacto ambiental que a largo plazo terminará generando costos económicos, sociales y ambientales más altos, que los

que generaría la gradual transición hacia prácticas sustentables. El área que genera gran impacto ambiental en la actividad de la construcción son los materiales utilizados, desafortunadamente en México no existen normas o certificaciones nacionales que verifiquen el ciclo de vida de éstos, por lo que no se pueden integrar a ningún modelo de evaluación en nuestro país. Este es un tema pendiente que requiere mucho trabajo, voluntad e integración sobre todo del gobierno y la academia.

Recordemos que un modelo de evaluación ambiental para las edificaciones es holístico,² no se compone sólo de un área, ni se puede evaluar de forma separada, por lo que definitivamente hay que sumar todas las partes y, para ello, deben estar bien desarrolladas y determinadas. La sustentabilidad en la arquitectura no se compone de los materiales o de la bioclimática, es la integración de todas sus partes.

Por estas razones en este proyecto se incentivó la utilización de un modelo de evaluación mexicano (ARTEBES) en una Institución de Educación Superior que fomenta el desarrollo sustentable: la Universidad Autónoma Metropolitana, utilizando como caso de estudio la Torre III de la Unidad Cuajimalpa, que tuvo un certificado sustentable con una calificación de 3.7 sobre 10.

Los resultados obtenidos nos indican que tiene algunas fortalezas en el área de tecnología, sobre todo en la reutilización del agua con su planta de tratamiento y en la transformación de energía solar a calorífica para calentar el agua de los baños, pero también nos indican debilidades que hay que atender en el área de tecnología al utilizar electricidad proveniente de combustibles fósiles, así como en el área de bioclimática al no existir algún diseño que ayude al edificio a estar en confort durante todo el año o en el área espacial al no contar con ningún certificado o etiqueta ambiental en los materiales de construcción utilizados en el edificio.

Es importante realizar evaluaciones ambientales en la arquitectura para conocer su aporte a la sustentabilidad con modelos de evaluación mexicanos, por lo que se propone de manera general en estos últimos párrafos y como parte de las conclusiones, desarrollar un modelo de evaluación que considere integrar conceptos de sustentabilidad a través de un *software* en línea que pueda ser utilizado en las IES (que podría ser un ejemplo

2. Propugna la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes que lo componen.

para la formación de los mismos alumnos en México), fomentando que en la envolvente arquitectónica se integre la vegetación, el suelo, el agua, el aire, el clima y los recursos naturales. Además, con esta propuesta se podría activar la coordinación y trabajo de diversos profesionales mexicanos en el tema, así como el interés de la sociedad por formar parte de un proyecto que pertenezca al país.

Se sugiere utilizar la misma estructura del modelo de evaluación conformado por ARTEBES ya que cuenta con las características necesarias para seguir desarrollando esta idea, es decir:

- Grupos
- Áreas generales
- Criterios
- Indicadores
- Validación por medio de herramientas que nos ayuden a comprobar la disminución del impacto ambiental.

Se podría complementar con nuevos criterios e indicadores que estén relacionados con las instituciones de educación superior, obteniendo información de profesores expertos en cada una de las áreas. De esta manera, la UAM-C sería pionera (como IES) en el desarrollo de su propio modelo de evaluación (*software*) generando un certificado de escuela sustentable, pudiendo ofrecer esta herramienta a nivel nacional para que se deje de consultar y pagar a otras instituciones internacionales metodologías que son poco adaptadas a las características de nuestro país. La metodología propuesta para complementar y obtener un nuevo modelo de evaluación sería la siguiente:

1. Modelo

a) Modelo de concreción

- Definición de criterios e indicadores
- Diagramas de funcionamiento

b) Desarrollo del modelo

- Matrices generadoras

2. Programación del *software*

a) Prototipado

- Pantallas
- Componentes
- Botones

b) Programar modelo

- Base de datos
- Integrar con *cloud storage*
- Interface de programación
- Pruebas y montaje en la Web

3. Diseño y multimedia

a) Diseñar imagen

- Iconografía
- Botones
- Plantillas

b) Interface para el usuario

- Transiciones
- Efectos estándar
- Sonidos especiales

Agradecimientos:

Agradecemos a la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, especialmente al Dr. Eduardo Abel Peñalosa Castro y al Dr. Manuel Rodríguez Viqueira, por facilitar el acceso al edificio y proporcionar los datos solicitados para que esta evaluación se llevara a cabo con éxito pensando en el mejoramiento ambiental de la Unidad con la conclusión de este proyecto de intervención.

Bibliografía

Arzate, M. (2013), "Evaluación para la arquitectura sustentable", en O. Barrera, & A. Navarrete, *Diseño y evaluación de edificios sustentables: ciclo nuevas prácticas profesionales*, México: UAM, AECID, UB, UNAM.

The European Commission (2007), *Un vitrubio ecológico principios y práctica del proyecto arquitectónico*, (S. Sanmiguel, Trad.), Barcelona, Gustavo Gili.

Yeang, K. (2001), *El rascacielos ecológico*. (C. Saenz de Valicourt, Trad.) Barcelona, Gustavo Gili.

Referencias electrónicas

Arzate, M. (2017). ARTEBES.

<https://www.kiwiweb.mx/apps/artebes/>

Arzate, M. (2017). *Elemento Binario*.

<https://elementobinario.wordpress.com/nosotros/>

BRE (2016). BREEAM.

<http://www.breeam.com/index.jsp>

CONAVI (2008). *Criterios e indicadores para los desarrollos habitacionales sustentables en México*. (CONAVI, Ed.)

<http://www.conavi.gob.mx/>

CONAVI (2010). *Código de Edificación de Vivienda*. (CONAVI, Ed.).

<http://www.conavi.gob.mx/>

GBI (2016). *Green Building Initiative*.

<http://www.thegbi.org/>

GBI (2016). *Green Globes for New Construction*.

<http://www.thegbi.org/green-globes-certification/how-to-certify/new-construction/>

ISO (2016). *International Organization for Standardization*.

<http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso14000.htm>

LEED (2013). *LEED v4 for homes design and construction*.

<http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20ballot%20version%20%28Homes%29%20-%2013%2011%2013.pdf>

LEED (2013). *Reference guide for homes design and construction*. (GBC, Ed.)

http://www.usgbc.org/sites/all/assets/section/files/v4-guide-excerpts/Excerpt_v4_HOMES.pdf

OBRAS (28 de agosto de 2014).

Construcción.

<http://www.obrasweb.mx/construccion/2014/08/28/11-normas-y-certificaciones-de-edificacion-sustentable-en-mexico>

ONU (12 de Agosto de 2015). *Naciones Unidas, Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/69/L.85>

ONU. (2016). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

ONU. (2016). *Objetivos de Desarrollo*, Objetivo 11: Ciudades Sostenibles <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

PRé. (2016). *PRé Sustainability*.

<https://www.pre-sustainability.com/about-pre>

SE (2013). *NMX-AA-164-SCFI-2013*.

Edificación sustentable - criterios y requerimientos ambientales mínimos:

<http://sume.org.mx/admin/wp-content/uploads/2015/10/NMX-AA-164-SCFI-2013.pdf> SEDEMA (2008).

Programa de certificación de edificaciones sustentables.

<http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/images/archivos/tramites/auditoria-regulacion-ambiental/edificaciones-sustentables/programa-certificacion-edificaciones-sustentables.pdf>

SEDEMA (2008). *Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables*.

<http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/images/archivos/tramites/auditoria-regulacion-ambiental/edificaciones-sustentables/programa-certificacion-edificaciones-sustentables.pdf>

SEP (2017). *Gobierno. Instituciones de Educación Superior en México*

<https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/las-instituciones-de-educacion-superior-en-mexico>

UAM CUAJIMALPA (2017). *Programa Interdisciplinario de Desarrollo Sustentable de la Unidad Cuajimalpa de la UAM*.

<http://www.cua.uam.mx/uamc-sustentable/programa-interdisciplinario-de-desarrollo-sustentable-de-la-unidad-cuajimalpa-de-la-uam>

UAM-C (2017). *Programa Interdisciplinario de Desarrollo Sustentable*.

<http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/sustentable/pids/PIDS.pdf>

USGBC. (2016). *Leadership in Energy and Environmental Design*.

<http://www.usgbc.org/leed>

